

# BEST AVAILABLE COPY

JPAB

B7

CLIPPEDIMAGE= JP359127408A

PUB-NO: JP359127408A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 59127408 A

TITLE: FM MODULATOR

PUBN-DATE: July 23, 1984

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

SHIBATA, JUNICHI

ONODERA, TETSUO

IKEDA, HIDETO

INT-CL (IPC): H03C003/22

ABSTRACT:

PURPOSE: To reduce deviation in modulation degree and to reduce the size of a circuit without selecting a varactor diode by connecting a variable resistor for oscillation frequency control to one terminal of the varactor diode and a variable resistor for adjusting modulation degree characteristics to the other terminal.

CONSTITUTION: The 1st and the 2nd variable resistors  $R_{1</SB>}$  and  $R_{2</SB>}$  which impress a positive or negative voltage to one electrode of a hyperabrupt junction type varactor diode  $D_i$  and the opposite negative or positive voltage to the other are connected; the 1st variable resistor  $R_{1</SB>}$  functions to control an oscillation frequency and the 2nd variable resistor  $R_{2</SB>}$  functions to adjust modulation degree characteristics. Consequently, the deviation in modulation degree is reduced and the circuit is reduced in size and simplified without selecting the characteristics of the varactor diode  $D_i$ .

COPYRIGHT: (C)1984,JPO&Japio

FPAR:

PURPOSE: To reduce deviation in modulation degree and to reduce the size of a circuit without selecting a varactor diode by connecting a variable resistor

for oscillation frequency control to one terminal of the varactor diode and a variable resistor for adjusting modulation degree characteristics to the other terminal.

⑬ 日本国特許庁 (JP)

⑭ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭59—127408

⑮ Int. Cl.<sup>3</sup>  
H 03 C 3/22

識別記号

庁内整理番号  
7402—5 J

⑯ 公開 昭和59年(1984)7月23日

発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 5 頁)

⑭ FM変調器

⑰ 特 願 昭58—1709  
⑱ 出 願 昭58(1983)1月11日  
⑲ 発 明 者 柴田淳一  
東京都港区虎ノ門1丁目7番12  
号沖電気工業株式会社内  
⑳ 発 明 者 小野寺哲雄  
東京都港区虎ノ門1丁目7番12

号沖電気工業株式会社内  
㉑ 発 明 者 池田秀人  
東京都港区虎ノ門1丁目7番12  
号沖電気工業株式会社内  
㉒ 出 願 人 沖電気工業株式会社  
東京都港区虎ノ門1丁目7番12  
号  
㉓ 代 理 人 弁理士 鈴木敏明

明 細 書

1. 発明の名称

FM変調器

2. 特許請求の範囲

- (1) 超階段接合形の可変容量ダイオードを組み込んで成る電圧制御発振器を用いたFM変調器において、可変容量ダイオードの電極の一方に正又は負の電圧を、他方は前記電圧とは逆の負又は正の電圧を夫々印加する第1と第2の手段を接続して成り、一方の手段に発振周波数制御の為の機能を、他方の手段に発振周波数に対してFM変調度の周波数間偏差を最小とする調整機能を夫々分担させて構成したことを特徴とするFM変調器。
- (2) 第1の手段と第2の手段を、夫々可変抵抗器で構成したことを特徴とする特許請求の範囲第(1)項記載のFM変調器。
- (3) 発振周波数制御の為の機能とした一方の手段を、リモートコントロール方式の電圧調整器あるいは位相制御方式のシンセサイザ回路で構成したことを特徴とする特許請求の範囲第(1)項記載の

FM変調器。

3. 発明の詳細な説明

(技術分野)

本発明は、簡単にして良好な変調度特性を持つ電圧制御発振器を用いたFM変調器の改良に関するものである。

(従来技術)

従来、可変容量ダイオード (Variable capacitance diode) を回路素子としてその特性を利用した電圧制御発振器を用いてFM変調する場合は、前記可変容量ダイオードの特性、すなわち、発振周波数間の変調度の偏差が大きく、広い帯域にわたって変調度の偏差が少いFM変調を行うことが困難であった。

このようなことから、従来の前記欠点を除去する手段として、

- ① 可変容量ダイオードの電圧-容量特性の良好なものを選別して用いる。
- ② 電圧-電流特性の同じ2個以上の可変容量ダイオードを用い、相補的に動作させる。

③ 可変容量ダイオードを発振周波数可変用と変調用と用意し、用途を別々にして用いる。

④ 可変容量ダイオードの変調度の偏差を修正するような回路を変調度の処理回路に挿入する、等があり、適宜用いられている。

しかしながら、上述の如き手段では、可変容量ダイオードの特性選別が必要になったり、あるいは回路構成が複雑となる等の問題が生じていた。

(発明の目的と構成)

本発明はこのように点に鑑みてなされたものであって、可変容量ダイオードの両電極に正、負の電圧印加をする為の手段を接続したものであり、その一方は発振周波数制御の為の電圧供給手段であり、他方は発振周波数に対してFM変調度の周波数間偏差を最小とする電圧値に設定する為の調整手段であり、このような構成としたことによって変調度の偏差を小さくし、従来あった問題点を除去するものである。以下、図を用いて本発明を詳細に説明する。

対変調度周波数偏移 DEV の特性例を示す特性図である。

次に、第1図で示す各素子より成った回路の動作について、第2図を併用し、説明する。

第1図の回路において、変調信号入力端子  $IN_1$  に変調信号を加える。

この場合の可変容量ダイオード  $Di$  の印加電圧  $V$  と、容量  $C_v$  の関係については、定数を  $K$ 、系数を  $\alpha$  (ただし、2以上の値) とすると、

$$C_v = KV^{-\alpha}$$

にあることは知られている。又、回路素子のコンデンサ  $C_1$ 、 $C_2$ 、 $C_3$  については、その夫々の容量を、可変容量ダイオード  $Di$  の容量  $C_v$  と、コンデンサ  $C_1$  とコンデンサ  $C_2$ 、 $C_3$  の直列合成容量  $C_L$  が、

$$C_L \propto V^{-\alpha'} \quad (\text{ただし、}\alpha' \text{ は系数})$$

で、 $\alpha' = 2$  であれば第2図の特性図に示される曲線 A の特性が得られ、この特性を示す可変容量ダイオードの場合は、その変調度は発振周波数に無関係に一定となって偏差は“ゼロ”となることは

(実施例)

第1図に、本発明に係るFM変調器の一実施例を示すもので、LC共振回路を有する発振回路、例えばコルピッツ発振回路に本発明を適用した場合の回路図である。図中、 $IN_1$ 、 $IN_2$  は変調信号入力端子、 $+V_{IN}$  は正電圧印加端子、 $-V_{IN}$  は負電圧印加端子、 $Di$  は超階段接合形の構造をとる可変容量ダイオード、 $Tr$  は発振用のトランジスタ、 $R_1$  は発振周波数制御用の可変抵抗器、 $R_2$  は変調度特性調整用の可変抵抗器、 $R_3$  は変調信号負荷抵抗、 $R_{1a}$ 、 $R_{1b}$  はトランジスタ  $Tr$  のベースバイアス用の抵抗、 $R_4$  はトランジスタ  $Tr$  のバイアス用のエミッタ抵抗、 $C_1$  は変調信号用の直流阻止コンデンサ、 $C_2$  は高周波信号除去用の貫通コンデンサ、 $C_{3a}$ 、 $C_{3b}$  は直流阻止高周波バイパスコンデンサ、 $C_4$ 、 $C_5$ 、 $C_6$  はコンデンサ、 $L_{1a}$ 、 $L_{1b}$  は高周波信号阻止用のチョークコイル、 $L_2$  は共振インダクタンス、 $V_{IN}$  は電源電圧印加端子である。

第2図は前記第1図で示した本発明の一実施例を説明する可変容量ダイオードの発振周波数  $f_{osc}$

知られている。しかしながら、実際に製造されている可変容量ダイオードの特性は、製造工程、製造ロット、品種等によってその係数は左右され、 $\alpha' = 2$  を満足するものは見当たらない。したがって、可変抵抗器  $R_1$  及び  $R_2$  を一定、かつ、発振周波数を共振インダクタンス  $L_2$  により調整しても得られる変調度特性は個々の可変容量ダイオードにより異なり、例えば第2の曲線 B、C および D の如くなり、個々の特性にバラツキが生じてしまうもので、これは、前記の如く可変容量ダイオードの製造工程、製造ロット、品種等により異なる係数のバラツキによって生ずる特性変化である。

ここで、第2図に示された特性図において、電圧制御発振器の発振周波数  $f_{osc}$  に着目し、その使用帯域を 820 (MHz) ~ 850 (MHz) に設定してみると、曲線 C についてはその特性は変調度の偏差が最も小さいことが理解出来る。又、曲線 B および D については変調度の偏差が大きいことが知れるのである。そこで、前記曲線 B、C および D の特性を示す可変容量ダイオードの中で、曲線 C の特

性のもの、その変調度の偏差がFM変調器として組込まれた際に利用出来る許容範囲内であるとし、その偏差が許容範囲内にならない曲線、およびDの特性のものの特性改善について考えてみる。この特性改善は、可変抵抗器 $R_1$ を発振周波数制御用に、可変抵抗器 $R_2$ を変調度調整用にそれぞれ機能分担させて用いることにより行えるもの、先ず、可変抵抗器 $R_2$ の調整を行って使用帯域の中央値、この場合は使用帯域を820MHz~840MHzに設定してあるので835MHzを中央値として設定するとともに、変調度調整用とした可変抵抗器 $R_2$ の調整により電圧を変化させるものである。すなわち、曲線Bの特性を示す可変容量ダイオードの場合は、可変抵抗器 $R_1$ の調整により可変容量ダイオードのアノード側電圧を使用帯域の中央値に設定した後、可変抵抗器 $R_2$ の調整により可変容量ダイオードDiの両端に加わる電圧を上昇させて曲線Bの底値を第2図においてその周波数分だけ移動、この場合は発振周波数 $f_1$ から $f_2$ まで移動させ、かつ共振インダクタンス $L_2$ を調整して発振周波

数を常に前記設定した中央値、この場合は835MHzにすることにより前記設定したFM発振器の使用帯域において曲線Bの最も低い変調度の偏差を利用できることになる。又、曲線Dの特性を有す可変容量ダイオードの場合も、以上述べた曲線Bの特性改善の場合と同様の制御、この場合は可変容量ダイオードの両端に加わる電圧を低下させ、その曲線Dの底値を発振周波数 $f_1$ から $f_2$ に移動し、共振インダクタンス $L_2$ を調整することにより使用帯域において曲線Dの最も低い変調度の偏差を利用したFM変調器が構成出来るのである。

なお、以上の第1図を用いた説明では発振周波数制御用と変調度特性調整用に可変抵抗器 $R_1$ と $R_2$ を配したが、第1図において、可変容量ダイオードDiと可変抵抗器 $R_2$ との間に、可変容量ダイオードDiと可変抵抗器 $R_1$ との間に接続される変調信号負荷抵抗 $R_3$ 、直流阻止コンデンサ $C_1$ 、貫通コンデンサ $C_2$ 、およびチョークコイル $L_1$ より成る回路を挿入しても本発明の所期の目的、効果を損うことはなく、必要に応じてその制御分

担を変えることが出来ることになる。又、発振周波数制御については、その制御手段はこれまで説明した可変抵抗器だけではなく、この種の制御で広く用いられているリモートコントロール方式の電圧調整器あるいは位相制御方式のシンセサイザ回路に置き換えても同様の制御は実現出来るものである。

更に、コルピッツ発振回路を用いて説明したが、本発明はこれのみにとらわれず、ハートレー形の発振回路に適用しても既述と同様の目的が達成出来効果も期待できるのである。

#### (発明の効果)

以上、詳細に述べて来たように本発明によれば、簡単な回路構成により、使用帯域および可変容量ダイオードの特性に応じて変調度の偏差を容易に小さく出来るので、可変容量ダイオードの特性の無差別化、回路の小型化、回路の簡略化が出来る等の効果が期待出来るもので、広帯域のFM変調器、例えばマルチチャンネル無線装置、自動車電話装置等に利用することが出来るのである。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明に係るFM変調器の一実施例を示す回路図、第2図は第1図の主要回路素子の特性例を示す特性図である。

$IN_1$ 、 $IN_2$ は変調信号入力端子、 $+V_{IN}$ は正電圧印加端子、 $-V_{IN}$ は負電圧印加端子、Diは可変容量ダイオード、Trはトランジスタ、 $R_1$ 、 $R_2$ は可変抵抗器、 $R_3$ は変調信号負荷抵抗、 $K_{1a}$ 、 $R_{1b}$ は抵抗、 $R_5$ はエミッタ抵抗、 $C_1$ は直流阻止コンデンサ、 $C_2$ は貫通コンデンサ、 $C_{1a}$ 、 $C_{1b}$ は直流阻止高周波バイパスコンデンサ、 $C_4$ 、 $C_5$ 、 $C_6$ はコンデンサ、 $L_{1a}$ 、 $L_{1b}$ はチョークコイル、 $L_2$ は共振インダクタンス、 $V_{IN}$ は電源電圧印加端子である。

特許出願人 沖電気工業株式会社

代理人 鈴木 敏 明



③ 可変容量ダイオードを発振周波数可変用と変調用と用意し、用途を別々にして用いる。

④ 可変容量ダイオードの変調度の偏差を補正するような回路を変調波の処理回路に挿入する。  
等があり、適宜用いられている。

しかしながら、上述の如き手段では、可変容量ダイオードの特性選別が必要になったり、あるいは回路構成が複雑となる等の問題が生じていた。

(発明の目的と構成)

本発明はこのように点に鑑みてなされたものであって、可変容量ダイオードの両電極に正、負の電圧印加をする為の手段を接続したものであり、その一方は発振周波数制御の為の電圧供給手段であり、他方は発振周波数に対してFM変調度の周波数間偏差を最小とする電圧値に設定する為の調整手段であり、このような構成としたことにより変調度の偏差を小さくし、従来あった問題点を除去するものである。以下、図を用いて本発明を詳細に説明する。

対変調度周波数偏移DEVの特性例を示す特性図である。

次に、第1図で示す各素子より成った回路の動作について、第2図を併用し、説明する。

第1図の回路において、変調信号入力端子 $IN_1$ に变調信号を加える。

この場合の可変容量ダイオード $Di$ の印加電圧 $V$ と、容量 $C_v$ の関係については、定数を $K$ 、系数を $\alpha$ (ただし、2以上の値)とすると、

$$C_v = KV^{-\alpha}$$

にあることは知られている。又、回路素子のコンデンサ $C_4$ 、 $C_5$ 、 $C_6$ については、その夫々の容量を、可変容量ダイオード $Di$ の容量 $C_v$ と、コンデンサ $C_4$ とコンデンサ $C_5$ 、 $C_6$ の直列合成容量 $C_L$ が、

$$C_L \propto V^{-\alpha'} \quad (\text{ただし、}\alpha' \text{は系数})$$

で、 $\alpha'=2$ であれば第2図の特性図に示される曲線Aの特性が得られ、この特性を示す可変容量ダイオードの場合は、その変調度は発振周波数に無関係に一定となって偏差は“ゼロ”となることは

(実施例)

第1図は本発明に係るFM変調器の一実施例を示すもので、LC共振回路を有する発振回路、例えばコルピッツ発振回路に本発明を適用した場合の回路図である。図中、 $IN_1$ 、 $IN_2$ は変調信号入力端子、 $+V_{IN}$ は正電圧印加端子、 $-V_{IN}$ は負電圧印加端子、 $Di$ は起階段接台形の構造をとる可変容量ダイオード、 $Tr$ は発振用のトランジスタ、 $R_1$ は発振周波数制御用の可変抵抗器、 $R_2$ は変調度特性調整用の可変抵抗器、 $R_3$ は変調信号負荷抵抗、 $R_{4a}$ 、 $R_{4b}$ はトランジスタ $Tr$ のベースバイアス用の抵抗、 $R_5$ はトランジスタ $Tr$ のバイアス用のエミッタ抵抗、 $C_1$ は変調信号用の直流阻止コンデンサ、 $C_2$ は高周波信号除去用の貫通コンデンサ、 $C_{3a}$ 、 $C_{3b}$ は直流阻止高周波バイパスコンデンサ、 $C_4$ 、 $C_5$ 、 $C_6$ はコンデンサ、 $L_{1a}$ 、 $L_{1b}$ は高周波信号阻止用のチョークコイル、 $L_2$ は共振インダクタンス、 $V_{IN}$ は電源電圧印加端子である。

第2図は前記第1図で示した本発明の一実施例を説明する可変容量ダイオードの発振周波数 $f_{osc}$

知られている。しかしながら、実際に製造されている可変容量ダイオードの特性は、製造工程、製造ロット、品種等によってその係数は左右され、 $\alpha'=2$ を満足するものは見当たらない。したがって、可変抵抗器 $R_1$ 及び $R_2$ を一定、かつ、発振周波数を共振インダクタンス $L_2$ により調整しても得られる変調度特性は個々の可変容量ダイオードにより異なり、例えば第2の曲線B、CおよびDの如くなり、個々の特性にバラツキが生じてしまうもので、これは、前記の如く可変容量ダイオードの製造工程、製造ロット、品種等により異なる係数のバラツキによって生ずる特性変化である。

ここで、第2図に示された特性図において、電圧制御発振器の発振周波数 $f_{osc}$ に着目し、その使用帯域を820(MHz)~850(MHz)に設定してみると、曲線Cについてはその特性は変調度の偏差が最も小さいことが理解出来る。又、曲線BおよびDについては変調度の偏差が大きいことが知れるのである。そこで、前記曲線B、CおよびDの特性を示す可変容量ダイオードの中で、曲線Cの特

性のものは、その変調度の偏差がFM変調器として組込んだ際に利用出来る許容範囲内であるとし、その偏差が許容範囲内にない曲線BおよびDの特性のものの特性改善について考えてみる。この特性改善は、可変抵抗器 $R_1$ を発振周波数制御用に、可変抵抗器 $R_2$ を変調度調整用に夫々機能分担させて用いることにより行えるもので、先ず、可変抵抗器 $R_1$ の調整を行って使用帯域の中央値、この場合は使用帯域を820MHz～850MHzに設定してあるので835MHzを中央値として設定するとともに、変調度調整用とした可変抵抗器 $R_2$ の調整により電圧を変化させるものである。すなわち、曲線Bの特性を示す可変容量ダイオードの場合は、可変抵抗器 $R_1$ の調整により可変容量ダイオードのアノード側電圧を使用帯域の中央値に設定した後、可変抵抗器 $R_2$ の調整により可変容量ダイオードDiの両端に加わる電圧を上昇させて曲線Bの底値を第2図においてその周波数差分だけ移動、この場合は発振周波数 $f_1$ から $f_2$ まで移動させ、かつ共振インダクタンス $L_2$ を調整して発振周波

数を常に前記設定した中央値、この場合は835MHzにすることにより前記設定したFM発振器の使用帯域において曲線Bの最も低い変調度の偏差を利用できることになる。又、曲線Dの特性を有す可変容量ダイオードの場合も、以上述べた曲線Bの特性改善の場合と同様の制御、この場合は可変容量ダイオードの両端に加わる電圧を低下させ、その曲線Dの底値を発振周波数 $f_2$ から $f_1$ に移動し、共振インダクタンス $L_2$ を調整することにより使用帯域において曲線Dの最も低い変調度の偏差を利用したFM変調器が構成出来るのである。

なお、以上の第1図を用いた説明では発振周波数制御用と変調度特性調整用に可変抵抗器 $R_1$ と $R_2$ を配したが、第1図において、可変容量ダイオードDiと可変抵抗器 $R_2$ との間に、可変容量ダイオードDiと可変抵抗器 $R_1$ との間に接続される変調信号負荷抵抗 $R_3$ 、直流阻止コンデンサ $C_1$ 、貫通コンデンサ $C_2$ 、およびチョークコイル $L_{1a}$ より成る回路を挿入しても本発明の所期の目的、効果を損うことはなく、必要に応じてその制御分

担を変えることが出来ることになる。又、発振周波数制御については、その制御手段はこれまで説明した可変抵抗器だけではなく、この種の制御で広く用いられているリモートコントロール方式の電圧調整器あるいは位相制御方式のシンセサイザ回路に置き換えても同様の制御は実現出来るものである。

更に、コルピッツ発振回路を用いて説明したが、本発明はこれのみにとらわれず、ハートレー形の発振回路に適用しても既述と同様の目的が達成出来る効果も期待できるのである。

#### (発明の効果)

以上、詳細に述べて来たように本発明によれば、簡単な回路構成により、使用帯域および可変容量ダイオードの特性に応じて変調度の偏差を容易に小さく出来るので、可変容量ダイオードの特性の無選別化、回路の小型化、回路の簡素化が出来る等の効果が期待出来るもので、広帯域のFM変調器、例えば多チャンネル無線装置、自動車電話装置等に利用することが出来るのである。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明に係るFM変調器の一実施例を示す回路図、第2図は第1図の主要回路素子の特性例を示す特性図である。

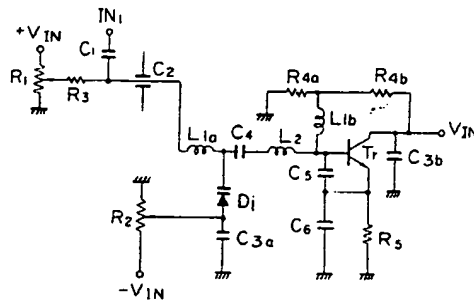
$IN_1$ 、 $IN_2$ は変調信号入力端子、 $+V_{1N}$ は正電圧印加端子、 $-V_{1N}$ は負電圧印加端子、Diは可変容量ダイオード、Trはトランジスタ、 $R_1$ 、 $R_2$ は可変抵抗器、 $R_3$ は変調信号負荷抵抗、 $k_{1a}$ 、 $R_{1b}$ は抵抗、 $R_5$ はエミッタ抵抗、 $C_1$ は直流阻止コンデンサ、 $C_2$ は貫通コンデンサ、 $C_{3a}$ 、 $C_{3b}$ は直流阻止高周波バイパスコンデンサ、 $C_4$ 、 $C_5$ 、 $C_6$ はコンデンサ、 $L_{1a}$ 、 $L_{1b}$ はチョークコイル、 $L_2$ は共振インダクタンス、 $V_{1N}$ は電源電圧印加端子である。

特許出願人 沖電気工業株式会社

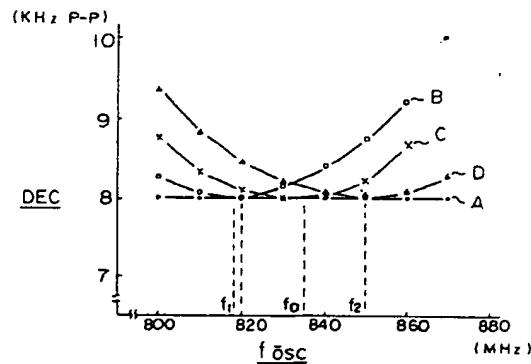
代理人 鈴木 敏 明



第1図



第2図



## 手続補正書(自発)

昭和 58. 4. 22 日

特許庁長官 殿

## 1. 事件の表示

昭和58年 特 許 願第 001709 号

## 2. 発明の名称

FM変調器

## 3. 補正をする者

事件との関係

特許出願人

住所(〒105)

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号

名称(029)

沖電気工業株式会社

代表者

取締役社長 橋本 南海男

## 4. 代理人

住所(〒105)

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号

氏名(6892)

沖電気工業株式会社内

弁理士 鈴木 敏明

電話 501-3111(大代表)

## 6. 補正の内容

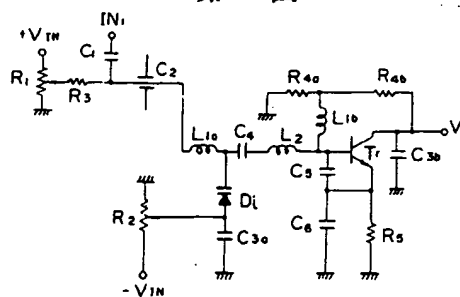
- (1) 明細書第4頁第5行目にある「 $IN_2$ 」を削除する。
- (2) 同書第4頁第18行目に「 $V_{IN}$ 」とあるのを「 $V$ 」と補正する。
- (3) 同書第8頁第3行目と、第10行目～第11行目に「最も低い変調度の偏を利用」とあるのを「最も変調度の偏差の少ない部分の特性を利用」と補正する。
- (4) 同書第10頁第5行目にある「 $IN_2$ 」を削除する。
- (5) 同書第10頁第13行目に「 $V_{IN}$ 」とあるのを「 $V$ 」と補正する。
- (6) 図面「第1図」と「第2図」を別紙のとおり補正する。

5. 補正の対象 明細書中「発明の詳細な説明」の欄、「図面の簡単な説明」の欄及び図面「第1図」「第2図」

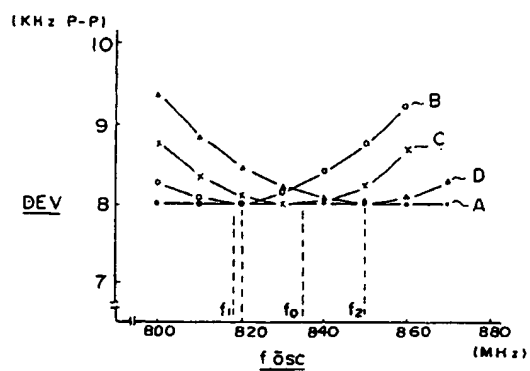
6. 補正の内容 別紙のとおり補正する。 特許庁



第 1 図



第 2 図



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: \_\_\_\_\_**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**